

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ ОКСИДОВ УРАНА И АЛЮМИНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ОКСИДИРОВАННОГО АЛЮМИНИЯ СДВОЕННЫМИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ

Д. С. Умрейко, А. П. Зажогин, А. И. Комяк, С. Д. Умрейко

Белорусский государственный университет, Минск

E-mail: zajogin_an@mail.ru

Известно, что внедрение лучших по характеристикам катализаторов на порядок, а то и два эффективнее других технических усовершенствований. Так в работе [1] показано, что с повышением температуры термообработки до 1000 °С активный компонент катализатора U/Al_2O_3 переходит в нанодисперсное состояние, что приводит к значительному увеличению его каталитической активности в реакциях окисления. Одним из перспективных способов является получения урановых катализаторов в виде пленок оксидов урана на твердом носителе.

В этой связи становится актуальным систематическое изучение физических механизмов взаимодействия оптического излучения с поверхностью металла, а также определение и получение оптимальных лазерных режимов (интенсивности и длительности лазерных импульсов, частоты следования, параметров сканирования лазерного пучка) для контролируемого микро- и наноструктурирования поверхностей объёмных материалов и нанесенных на поверхность подложек пленок с использованием лазерных импульсов с различными параметрами с учетом термодинамических характеристик, исходных механических свойств и качества поверхности облучаемого материала [2].

Целью настоящей работы являлось изучение процессов получения оксидов урана переменной валентности на поверхности оксидированного алюминия. При осаждении продуктов фотоконденсации ацетона и урана с помощью перекиси водорода на пористой поверхности оксидированного алюминия образуются прочно связанные с подложкой нанокластеры преимущественно шестивалентного пероксида урана [3]. Для получения высокореакционных оксидов урана на поверхности оксида алюминия использовался лазерный многоканальный атомно-эмиссионный спектрометр LSS-1. Плавление вещества и возбуждение плазмы в спектрометре осуществляется излучением двухимпульсного лазера на АИГ+Nd³⁺ (модель LS2131 DM). Длительность импульсов ≈ 15 нс. Фокусное расстояние объектива 104 мм. Для уменьшения плотности энергии на мишени она располагалась на расстоянии 109 мм. Интервал между импульсами 8 мкс.

Изображения поверхности оксидированного алюминия с нанесенными пленками, полученные с помощью оптического микроскопа Webbers,

совмещенного с цифровой камерой (отраженный свет, увеличение в 3 раза) и микроинтерферометра Линника МИИ-4, приведены на рис. 1 (увеличение в 300 раз).

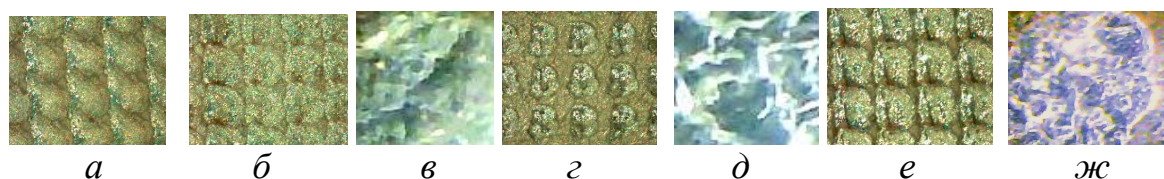


Рис. 1. Изображение поверхности оксидированного алюминия после обработки лазером по площади: *а* – 10 импульсов по 24 мДж, интервал между импульсами 0 мкс; *б, в* – энергия 2 импульсов по 24 мДж; *г, д* – 10 импульсов по 10 мДж; *е, ж* – 10 импульсов по 24 мДж (*а, б, г, е* – увеличение в 3 раза, *в, д, ж* – в 300 раз)

Для полуколичественной оценки содержания урана в порах использовался вышеприведенный спектрометр.

Для получения структур на поверхности материала с минимальными размерами (десятки нанометров), следует выбирать режим воздействия ультракороткими лазерными импульсами без абляции с плотностью энергии импульса ниже порога абляции, но выше порога плавления, обеспечивающий процессы сверхбыстрого нагрева, плавления и рекристаллизации поверхности металла. Другими словами, технологии создания на поверхности металла структур минимального размера в наномасштабной области основываются на физических процессах, приводящих к затвердеванию поверхности вещества при сверхвысоких скоростях охлаждения после окончания воздействия лазерными импульсами [2].

При использовании режима сдвоенных импульсов на первичные процессы плазмообразования будут накладываться процессы нагрева и испарения аэрозолей, обусловленные действием второго импульса. Температура плазмы, доходящая до нескольких десятков тысяч градусов, определяет наличие в ней ионов, электронов, радикалов и нейтральных частиц, находящихся в возбужденном состоянии. Наличие таких частиц приводит к высоким скоростям взаимодействия частиц и быстрому протеканию реакций (10^{-5} – 10^{-8} с) в плазме и на поверхности твердого тела. Выбирая энергию импульсов и между импульсный интервал можно управлять процессами поступления урана как в плазму, так и на поверхности твердого тела.

1. Исмагилов З. Р., Кунцевич С. В., Кузнецов В. В. // Кинет. катал. 2007. Т.48, № 5. С. 544–553.
2. Завестовская И. Н., Игошин В. И., Канавин А. П., и др. // Труды Физического института им. П. Н. Лебедева. 1993. Т. 217. С. 3 – 12.
3. Зажогин А. П., Зажогин А. А., Комяк А. И., Умрейко Д. С. // Журн. прикл. спектр. 2007. Т. 74, № 5. С. 565–568.